

高齢者の能力開発および支援システム開発に関する研究

Study on Development of Ability and Support System for Elderly Person

○依田光正¹, 本多純男², 鈴木理司³, 塩田泰仁⁴

Mitsumasa YODA, Sumio HONDA, Masashi SUZUKI, Yasuhito SHIOTA

¹職業能力開発総合大学校福祉工学科, ²湖山病院, ³ナムコ

¹Polytechnic University Dept. of Rehabilitation Engineering, ²KOYAMA Hospital, ³NAMCO Limited

The purposes of this study were development of the support system for elderly person based on individual physical and intellectual characteristics. The physical support system measured the physical ability of elderly person and executes excises programs according to the ability using an amusement machine. The intellectual ability support system promoted keeping and progressing the ability using a game. In the view of human support devices, we developed motion methods of the system that works for man. The system adapted to human characteristics, which the characteristics were obtained from element evaluation of system.

1. 研究目的

現在, 高齢者の増加をもたらすさまざまな社会的影響が現われ始めている. 今後とも想起される問題の解決として, 高齢者個々人のレベルで身体的かつ知的側面から能力開発および支援をおこなうことによって, 高齢者の自立ならびに介護の負担軽減などができると考えられる[1].

本研究では, 高齢者の特性を踏まえて, それぞれの高齢者に適した身体的かつ知的側面における能力開発および支援をおこなうシステムと周辺機器の開発を目的としている. そこで, 身体的側面においては, 高齢者の運動能力を測定し, 各自の能力レベルに合わせた運動プログラムが実施できるシステムを開発する. 特に, 従来の運動訓練機器では楽しみながら運動をおこなうという点において着目するところが少なかった. 本システムでは, ゲーム性を取り入れて楽しみながら運動能力の維持向上をおこなうところに特色を持っている. 知的側面においては, 高齢者の痴呆の問題が挙げられる. この問題の解決においては, ゲームを取り入れる試みがなされている. そこで, 現状の高齢者の状況を鑑みて, CRT 上ではなく実際のゲーム用具, 例えばオセロ, トランプ[2]および碁などを使って 1 人でも知的機能の維持と娯楽がおこなえるシステムを開発する. 介護の問題は現在でも急務であるが, 介護をおこなうシステムについては産業機器の要素ならびにシステムをそのまま移行して実現することでは困難となる点が多い. そこで, 人間に対して作業をおこなうシステムの要素について検討をおこない, 人間の特性に合わせた機器とその動作方法を開発する.

以上の開発研究では, 高齢者ならびに高齢者を支援する人の特性に着目し, 支援システムの開発ならびに支援システムに導入する動作アルゴリズムなどの検討をおこなう.

2. 研究経過

2.1 身体的側面の支援システム

本システムに娯楽性を取り入れることから, 一般的にいわれるテレビゲームではなく, 身体運動が要求されるゲーム機器をベースとしてシステム開発を進めた. ゲーム機器をそのまま用いた試作システムによる予備実験等を経て, 全面的に改良したシステムを構築することができた[3].

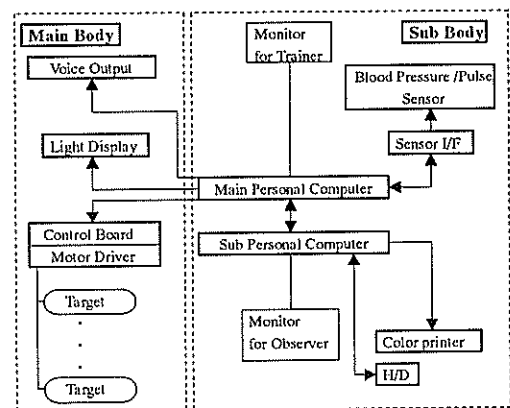


図1 身体的側面の支援システム構成

Fig.1 The configuration of physical ability support system

標的として設定された人形を特製のハンマーで打撃する運動をおこない、その運動状態、心拍および血圧を分析することによって運動機能の評価を行うと共に運動訓練プログラムを継続的に提示する。高齢者専門病院である湖山病院などでフィールドテストをおこなった[3].

2.2 知的側面の支援システム

ゲーム用具を扱いながら、人間とゲームをおこなうシステムについては対象となるゲームをルールの簡易さや用具の扱いやすさからオセロゲームと設定した[4][5]. ゲーム用具を扱うためのハンドならびにゲーム進行状況の分析をおこなうための画像処理システムを統合した図2に示すシステムを開発した[6]. さらに、高齢者とのゲーム実行に際して、安全を確保する上から、外界センサをロボットアーム周辺に取り付けると共に自動的にゲームに用いる石を供給する石置き台を設置した。本システムでは、研究室においてゲームの実施テストをおこなった。

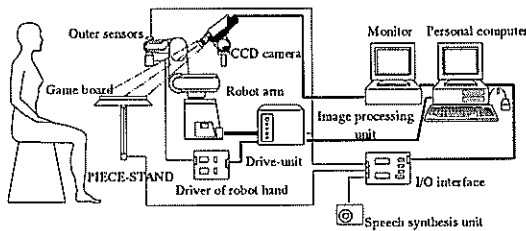


図2 知的側面の支援システム構成

Fig.2 The configuration of intellectual ability support system

2.3 人間の動作特性とその特性を取り入れたシステム

介護などを支援するシステムへの導入を目的として、人間の動作特性を明らかにすると共にその特性を導入したシステムの開発をおこなった。本研究においては、それぞれの作業において着目すべき人間の動作特性をシステムに導入することによって高齢者とその支援をおこなう人々にそれらのシステムがよりスムーズに導入されると考えている。

高齢者を多く抱える施設や病院などにおいて働く介護者には、多くの場合に多種多様な作業が要求され、介護本来の業務に要する時間の縮小が懸念されている。少なくとも、物品の搬送作業や移送作業の省力化が望まれるところである。しかしながら、工場などで用いる搬送システムでは人間が存在しない状態での稼働を前提としているために施設内での稼働には適さない。そこで、搬送システムにおいて最も懸念される接

触を回避するために、すれ違いという回避行動を高齢者および若年者について分析した[7]. 図3に示すような軌跡(0.2s/dot)を得ることができ、その分析から行動軌跡は懸垂線に最適に近似され、等速で移動していることが判明した[8][9]. さらに、本特性を搬送ロボットの行動計画に導入して[10][11][12][13], 行動実験ならびに動作を与える印象について分析をおこなった[14].

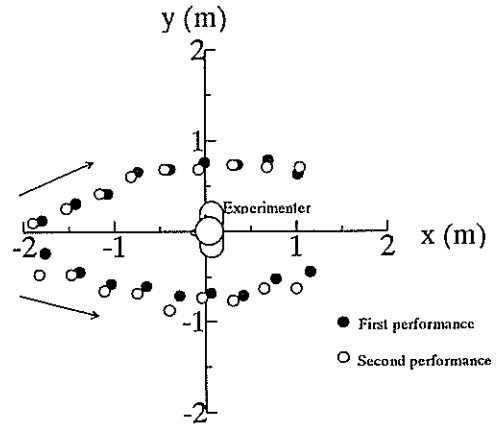


図3 すれ違い行動特性の一例

Fig.3 An example of the passing behavior

高齢者がおこなう作業を支援したり、高齢者に対して働きかけをおこなう機器システム開発のために、本研究では人間の腕の動作特性を明らかにしてその動作特性を機器システムの動作計画に導入する方法を提案した[15]. 動作をおこなう条件として、テーブルを挟んで向かい合った人間同士が物体の受け渡しをおこなう状態を設定した。高齢者と若年者を調査対象として、動作における左右腕の作業領域および動作をおこなう際に特徴的な速度変化に着目した[16][20]. 動作速度特性の動作特性の一例を図4に示す。

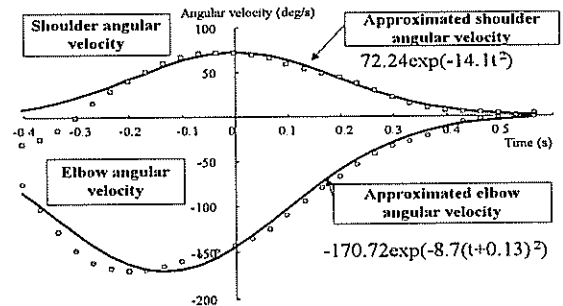


図4 腕の動作特性の一例

Fig.4 An example of shoulder and elbow angular velocity

肘関節と肩関節の速度変化に筋肉の特性などを考慮して exponential を用いた関数によって最適な近似式を得ることができた[17]。さらに、本特性をロボットアームの行動計画に導入して[18][19][20]、人間との動作実験ならびに動作が与える印象について分析をおこなった。

高齢者に対して働きかけをおこなう機器には人体との接触が想定される。接触に際しては、高齢者に対して安全を十分に考慮する必要がある。そのような作業をおこなって高齢者を支援する機器システム開発のために、本研究では人間の腕の筋特性を明らかにしてその動作特性を機器システムの動作計画に導入する方法を提案した。接触に対応する動作計画をシステムが有した上で、表面上にソフトカバーを施すなどの配慮を加えることが有効な方法であると考えられる。本研究では、上腕二頭筋と三頭筋に着目して、これらの筋が有する弾性および粘性を明らかにした[21][22]。得られた筋特性の一例を図5に示す。

さらに、本特性を実現するアクチュエータを製作し、本アクチュエータを有するロボットアームを構成することができた[23]。本ロボットアームは、外界からの衝撃に対して人間の筋特性から得られた粘弾性特性で柔らかく衝撃を吸収することができた。

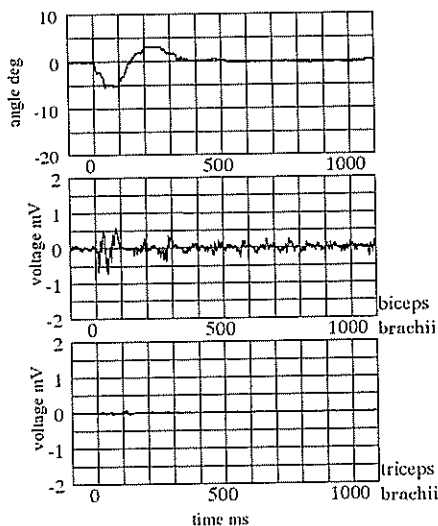


図5 筋特性実験における肘関節角度変化と上腕二頭筋及び三頭筋の関係

Fig.5 Relationship between a joint angle of elbow and electromyograms of biceps and triceps in an experiment of human arm muscle characteristics

3. 研究成果

身体的側面の支援システム機器を構成することができた。そのシステムを用いて高齢者に対してフィールドテストをおこない、高齢者の身体機能に関わるさまざまな特性を得ることができた。高齢者の血圧、心拍の変化ならびに脳血管疾患による半側視空間無視の症状を有する患者の動作特性などが明らかにされた[3]。

ゲームを用いた知的側面の支援システムを構築することができた。本システムを用いた実験によって、ゲーム用具を用いていることが、ロボットが対戦相手であってもゲームに集中できやすいという感想を得ることができた。また、高齢者を対象としたときに他のゲームについても考慮する可能性について有益な示唆が得られた。

高齢者を支援するシステム構築のために、人間の動作特性を分析して、移動に関する行動の特性、腕を用いた作業に関する特性ならびに筋に関する特性を得ることができた。さらに、これらの特性を組み込んだ機器システムをそれぞれ構築することができた。また、特性を組み込んだシステムを用いて、高齢者や若年者との動作実験をおこない、特性導入の効果などについて検討結果が得られた。

4. 今後の課題と発展

4. 1 身体的側面の支援システム評価

本システムの完成度については、ほぼ十分なレベルに達していると考えられる。高齢者に対するフィールドテストも十分におこなうことができた。今後は、製品化を視野に入れたシステムの簡易化などへの発展が期待される。システムの簡易化と共に、多くの高齢者データの蓄積と分析さらには本システムで対応可能な障害者への適応が望まれる。

4. 2 知的側面の支援システム評価

ゲームを用いた本システムでは、研究室内においてはゲーム実行に関して違和感などもなく集中して取り組むことができたとの評価から、初期の目的をほぼ達成することができた。本システムに対する感想として、高齢者が自立的に動作をおこないながら知的な訓練をおこなえる点から高齢者施設においてその導入が期待されている。本システムが、多数の高齢者施設などにおいて継続的に使用されることを想定したフィールドテストを進める必要がある。

4. 3 人間の動作特性とその特性を取り入れたシステムの評価

人間の動作特性を支援機器システムに導入する手法開発という観点からは、特性分析、機器システム開発および評価方法の検討という一連の流れを作る初期的目標を達成することができた。つまり、高齢

者支援システム開発の基礎手法を確定することができたといえる。今後は、得られた高齢者と若年者の特性の詳細な分析、特性を有するさまざまな機器システムの開発[24]ならびに機器への特性導入による効果などについてのフィールドテストを進める発展が望まれる。これによって、高齢者や若年者のどのような特性を機器システムのどの点に導入するか、各種機器への展開が進められる。

4. 4 今後の展望

従来から高齢者に対して機器の開発がなされてきたが、一連の機器開発に関してそれぞれが単独に開発が進められたり、開発手法や開発のコンセプトなどが一過性的なものであることに物足りなさを感じていた。高齢者に対する機器開発には、高齢者の生活や支援状況を鑑みて適切な機器開発手法の確立が必要であると考えていたところに日産財団から本研究の助成をいただいた。本研究によって、未だ散逸的ではあるが、高齢者に対する機器システム開発手法に基礎的な骨組みを得ることができたように感じる。各々の高齢者の生活を考えた上で、楽しみながら扱える機器、高齢者の動作の特性とその特性を生かした機器システムなど今後ともなすべきことが多い課題である。しかしながら、本研究で得られた成果を足がかりに機器システム開発手法の体系化を推し進めていく方針である。

参考文献

- [1] 依田光正：福祉分野への工学技術支援, Kanagawa Academy of Science and Technology Report, Vol.6, No.3, pp.4-9, 1995
- [2] 大石 賢, 依田光正, 塩田泰仁：カードゲームロボットの開発, 1992 年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, pp. 647-648, 1992.10
- [3] 塩田泰仁, 依田光正, 三島広和：アミューズメントとりハビリ機器, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'97 講演論文集(Vol. A), pp. 379-380, 1997.6.
- [4] Mitsumasa Yoda and Yasuhito Shiota : Development of Game-Robot, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.4, No.2, pp.159-166, 1992
- [5] 依田光正, 塩田泰仁：ゲームロボットの開発, 日本ロボット学会誌, Vol.10, No.5, pp.689-690, 1992
- [6] 依田光正, 塩田泰仁：人間とゲームをするロボットの研究, 職業能力開発総合大学校紀要, No.23(A), pp.117-123, 1994
- [7] Mitsumasa Yoda and Yasuhito Shiota : Analysis of human avoidance motion for application to robot, Proceedings of 5th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.381-386, Nov.1996
- [8] 依田光正, 塩田泰仁：人間同士のすれ違い行動における動作特性および回避行動アルゴリズム(屋外と屋内での基本実験結果), 日本機械学会論文集(C編), Vol.64, No.619, pp.959-965, 1998
- [9] 依田光正, 塩田泰仁：人間同士のすれ違い行動における回避領域の実験的研究, 日本人間工学会誌, Vol.35, No.1, pp.9-15, 1999
- [10] 品川達郎, 依田光正, 塩田泰仁, 和田正毅：走行型ロボットのすれ違い行動に関する基礎的研究, 1996 年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, pp. 231-232, 1996.9
- [11] Mitsumasa Yoda and Yasuhito Shiota : The mobile robot which passes a man, Proceedings of 6th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.112-117, Oct.1997
- [12] 徳永哲也, 依田光正, 塩田泰仁：人間と走行型ロボットのすれ違い行動に関する研究, 1997 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 859-860, 1997.3.
- [13] 依田光正, 塩田泰仁：人間とすれ違い行動をおこなう移動ロボットの研究, 日本ロボット学会誌, Vol.17, No.2, pp.202-209, 1999
- [14] 島田道仁, 酒井祥行, 依田光正, 塩田泰仁：すれ違い行動における移動ロボットの親和性に関する研究, 1998 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, p. 587, 1998.3
- [15] 玉井瑞又, 依田光正, 塩田泰仁：鏡像を用いた人体の運動分析に関する基礎的研究, 1996 年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, pp. 229-230, 1996.9
- [16] 吉崎元二, 依田光正, 関口行雄, 塩田泰仁：高齢者と若年者における両腕の動作特性に関する研究, 1999 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, p. 616, 1999.3
- [17] Mitsumasa Yoda, Yasuhito Shiota : A Study on Manipulator with Human Arm Motion Characteristics, Proceedings of 7th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp. 530-535, Sep.1998
- [18] 秋山貴紀, 依田光正, 塩田泰仁：人間の動作特性を備えたロボットアームに関する基礎的研究, 1997 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp. 857-858, 1997.3
- [19] 吉崎元二, 三島広和, 依田光正, 塩田泰仁：人間の動作特性を備えた双腕ロボットアームに関する研究, 1998 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, p. 586, 1998.3
- [20] 依田光正, 玉井瑞又, 塩田泰仁：人間の動作特性を有するマニピュレータによる物体受け取り動作の実現, 職業能力開発総合大学校紀要, No.28(A), pp.141-148, 1999
- [21] Mitsumasa Yoda and Yasuhito Shiota : A Study on Robot Arm Using Electrical Magnetic Actuators with Characteristics of Human Muscle, International Journal of The Japan Society for Precision Engineering, Vol.31, No.4, pp.310-311, Dec.1997
- [22] Mitsumasa Yoda, Asako Yoda and Yasuhito Shiota : A Robot Arm with Human Arm Motion Characteristics, Proceedings of The 2nd International Conference on Psychophysiology in Ergonomics, pp. 164-165, Oct.1998
- [23] 依田光正, 塩田泰仁：人間の筋特性を有するロボットアームに関する研究, 精密工学会誌, Vol.64, No.12, pp.1768-1772, 1998
- [24] 石田真一, 依田光正, 塩田泰仁：抱き上げ動作分析システム, 1996 年度精密工学会秋季学術講演会講演論文集, pp. 233-234, 1996.9

発表論文リスト

参考文献における, [3], [7]-[24]が発表論文に該当する。